

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-270673

(43)Date of publication of application : 20.10.1995

(51)Int.CI.

G02B 7/28
G03B 13/36
G03B 27/34
G03B 27/72

(21)Application number : 06-079856

(22)Date of filing : 25.03.1994

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

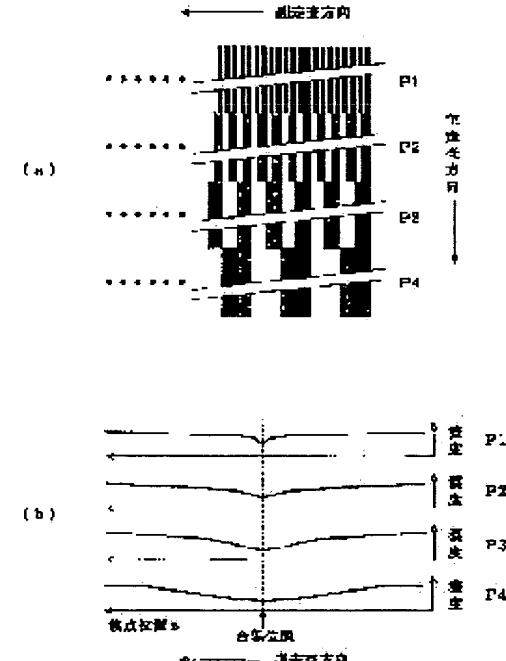
(72)Inventor : NAKAMURA MASAYA
YAMAMOTO NORIO
HOSODA MASAHIRO

(54) IMAGE EXPOSURE DEVICE AND FOCUSING METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To facilitate efficient focusing in an image exposure device.

CONSTITUTION: The exposure of a test pattern (a) constituted of four kinds of pattern, a first repeating pattern P1 lighting and turning off beams from an LED array in a subscanning direction one by one, a second repeating pattern P2 lighting and tuning off the beams two by two, a third repeating pattern P3 lighting and turning off the beams four by four and a fourth repeating pattern P4 lighting and turning off the beams eight by eight are arranged in a main scanning direction in order of P1→P2→P3→P4 is executed by the image exposure device. At the time of exposing, a focusing position is changed from a nonfocusing state to a focusing state as a recording head is advanced in the subscanning direction. A photosensitive material on which a latent image is formed by the exposure is developed and the density (b) of the developed image is visually observed. Then, a point that the density becomes lowest is searched, the focusing position (zd) corresponding to the position of the point is obtained and an optical unit is moved to set in the focusing position (zd).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

[decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int.Cl.⁶

G 02 B 7/28

G 03 B 13/36

27/34

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

G 02 B 7/11

M

G 03 B 3/00

A

審査請求 未請求 請求項の数4 FD (全9頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平6-79856

(22)出願日

平成6年(1994)3月25日

(71)出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁
目天神北町1番地の1

(72)発明者 中村 正也

京都市南区東九条南石田町5番地 大日本
スクリーン製造株式会社十条事業所内

(72)発明者 山本 篤夫

京都市南区東九条南石田町5番地 大日本
スクリーン製造株式会社十条事業所内

(74)代理人 弁理士 小林 良平

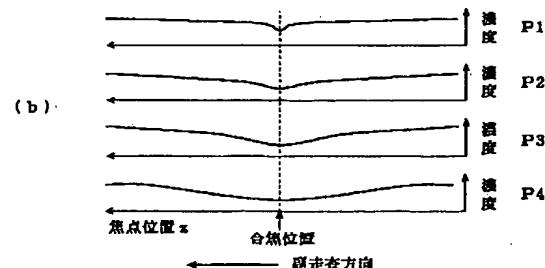
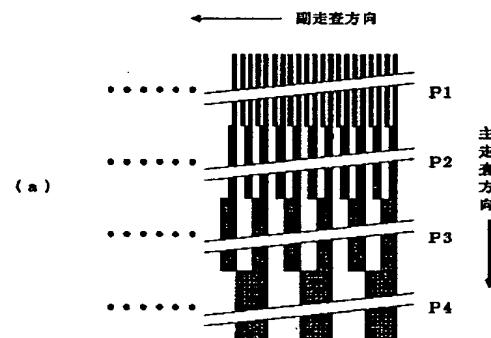
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像露光装置及びその焦点調整方法

(57)【要約】

【目的】 画像露光装置における焦点調整を効率よくかつ容易に行なえるようにする。

【構成】 LEDアレイからのビームを副走査方向に1本ずつ点灯・消灯させる第1繰り返しパターンP1、2本ずつ点灯・消灯させる第2繰り返しパターンP2、4本ずつ点灯・消灯させる第3繰り返しパターンP3、8本ずつ点灯・消灯させる第4繰り返しパターンP4の4種のパターンを主走査方向にP1→P2→P3→P4の順に配置して成るテストパターン(a)の露光を、画像露光装置に行なわせる。この露光の際、記録ヘッドが副走査方向に進むにしたがって、焦点位置を非合焦状態から合焦状態に向かって変化させる。このような露光によって潜像が形成された感光材料を現像し、現像された画像の濃度(b)を肉眼で観察する。そして濃度が最も薄くなる点を探して、この位置に対応する焦点位置 z_d を求め、光学ユニット4.5を移動させることにより焦点位置をこの z_d に設定する。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの光を結像光学系によって感光材料に結像させて露光を行なうことにより画像を形成する画像露光装置において、

a) 結像光学系を操作することにより焦点位置を変更する焦点位置変更手段と、

b) 空間周波数が一方向に単調に変化し該一方向に垂直な他方向には変化しないパターンの露光を2値画像用感光材料に対して行なう露光手段と、

c) 前記露光の前記他方向への進行に応じて焦点位置変更手段に焦点位置を変更させる制御手段と、を備えたことを特徴とする画像露光装置。

【請求項2】 光源からの光を結像光学系によって感光材料に結像させて露光を行なうことにより画像を形成する画像露光装置において、

a) 結像光学系を操作することにより焦点位置を変更する焦点位置変更手段と、

b) 空間周波数が解像度の $1/2$ であるパターンの露光を2値画像用感光材料に対して行なう露光手段と、

c) 前記露光の進行に応じて焦点位置変更手段に焦点位置を変更させる制御手段と、を備えたことを特徴とする画像露光装置。

【請求項3】 光源からの光を結像光学系によって感光材料に結像させて露光を行なうことにより画像を形成する画像露光装置において、前記結像光学系を操作することによって合焦状態とするための焦点調整方法であつて、

a) 前記結像光学系を操作することにより焦点位置を変更させながら、空間周波数が変化せず所定の値であるパターンの露光を2値画像用感光材料に対して行なうステップと、

b) 前記露光によって得られた画像において濃度が最小となる点を求めるステップと、

c) 前記結像光学系を操作することにより、前記画像において濃度が最小となる点に対応する位置に焦点を設定するステップと、を含むことを特徴とする焦点調整方法。

【請求項4】 光源からの光を結像光学系によって感光材料に結像させて露光を行なうことにより画像を形成する画像露光装置において、前記結像光学系を操作することによって合焦状態とするための焦点調整方法であつて、

a) 空間周波数が一方向に単調に変化し該一方向に垂直な他方向には変化しないパターンの露光を2値画像用感光材料に対して行なうとともに、該露光の前記他方向への進行に応じて前記結像光学系を操作することにより焦点位置を変更するステップと、

b) 前記露光によって得られた画像において濃度が最小となる点を求めるステップと、

c) 前記結像光学系を操作することにより、前記画像に

2

おいて濃度が最小となる点に対応する位置に焦点を設定するステップと、を含むことを特徴とする焦点調整方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、焦点調整機能を有する画像露光装置、及び、画像露光装置における焦点調整方法に関する。

【0002】

10 **【従来の技術】** 画像露光装置では、光源からの光を結像光学系によって感光材料上に結像させて露光を行なうことにより画像が形成される。したがって、良好な画像を形成するためには、感光材料上に焦点が合っていなければならない。従来、この焦点合わせのために、例えば光源及び結像光学系から成る光学ユニットを移動させることにより焦点位置の調整（以下「焦点調整」という）を行なっていた。この焦点調整において、感光材料上に焦点が合っているか否か（合焦状態か否か）は、次のようにして判断されていた。まず、例えば図6に示すようなテストパターンの露光を調整対象の画像露光装置によって感光材料に対して行なう。次に、この感光材料を現像して得られる画像を人間がルーペ等を用いて観察し、エッジの立ち上がり具合やエッジとエッジとの重なり具合、隣接パターンの近づき具合等から合焦状態か否かを判断する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記のようにルーペ等を用いて画像の細部を観察することにより合焦状態か否かを判断しながら焦点調整を行なうのは煩雑であり、調整作業の効率が低いものとなっていた。また、上記のように画像のエッジの立ち上がり具合やエッジとエッジとの重なり具合等によって合焦状態か否かを正確に判断するは容易ではなく、熟練が必要であった。

【0004】 そこで本発明では、効率良くかつ容易に焦点調整を行なうことができる画像露光装置、及び、そのような画像露光装置において効率良くかつ容易に焦点調整を行なう方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため40に成された本発明に係る第1の画像露光装置は、光源からの光を結像光学系によって感光材料に結像させて露光を行なうことにより画像を形成する画像露光装置において、

a) 結像光学系を操作することにより焦点位置を変更する焦点位置変更手段と、

b) 空間周波数が一方向に単調に変化し該一方向に垂直な他方向には変化しないパターンの露光を2値画像用感光材料に対して行なう露光手段と、

c) 前記露光の前記他方向への進行に応じて焦点位置変更手段に焦点位置を変更させる制御手段と、を備えた構

二〇膠光化學工場獲得五九三國標的膠質社一定技术大會、
前配色司同標、合集共標的部份的膠質社最光輝、合集共
能能力另外光子和光子能能力、合集共標、合集共
集共標上同標、合集共標的部份的膠質社最光輝、
○膠光化學工場獲得五九三國標的膠質社一定技术大會、

（0011）本說明の第1の書き體讀方法です。右開圖

[6000] १२ अक्टूबर १९८५

c) 前配結構光學系之操作方法如下：
① 調整光源之距離，使之與鏡頭之距離相等。

①進化原理上與配體光學系之工作為何？
②位錯更進一步之研究。
③前記光學上之應用效果如何？

30 3) すべての方の算用計算方法について、
a) 空間関数が一方に向かう單調関数化 \rightarrow 直線
b) 方向係数化 \rightarrow 直角座標系の前進方向へ
c) 工行方程式 \rightarrow 直角座標系の前進方向へ

【0008】本發明光學元件第2的導點調整方法、光源
光學元件第2的導點調整方法、光學元件第2的導點
光學元件第2的導點調整方法、光學元件第2的導點
光學元件第2的導點調整方法、光學元件第2的導點

b) 前配露光比大→得占机用图像材料时行好于之于
a) 后配露光比大→得占机用图像材料时行好于之于

【0007】本說明文件為第10焦點調整方法、光源
光學系統及工廠光材料之繪圖規範說明書

b) 穿過圓波數分離鏡的光子流為 I_1 / I_2 計數率， α 為干涉光強度。

c) 前面圖用激光材料化射到平行於 Γ 的平面之點位移 Δx 與 Δy 。

d) 前面圖用激光手鏡上進行干涉測量。

【0006】本說明書係第2の圖解撮影装置、光源
及び光能光学系による撮影材料に適用する装置である。

(4)

5

焦点が設定される。これにより、画像露光装置は感光材料に焦点が合った状態となる。

【0012】本発明の第2の焦点調整方法では、前記第1の画像露光装置の場合と同様の露光が行なわれ、同様な画像が得られる。すなわち、合焦状態の部分の濃度が最も薄く、合焦状態から外れるにしたがって濃度が濃くなる。また、前記一方向への空間周波数の単調な増大又は減少に対応して、濃度が薄くなる部分の範囲も単調に減少又は増大する。したがって、このような画像において空間周波数の低い部分から高い部分を順に見ていくことにより、濃度が最小となる点が容易に求められる。そして、結像光学系の操作によって、濃度が最小となる点に対応する位置に焦点が設定される。これにより、画像露光装置は感光材料に焦点が合った状態となる。

【0013】

【実施例】図3は、本発明の一実施例である画像露光装置の構成を示す斜視図である。この画像露光装置は、感光材料PMが装着されたドラム12をドラム駆動モータ10によって一定速度で回転させつつ、感光材料PM上に露光を行なう記録ヘッド40をドラム12の軸方向(副走査方向)に移動させることにより、感光材料PM上に2次元画像を形成するものである。記録ヘッド40を副走査方向に移動させる機構は次のようになっている。ドラム12の回転軸に平行にXレール26、26が配設され、記録ヘッド40の下面にXレール26、26に対応する溝が設けられている。これにより、記録ヘッド40はXレール26、26の上を滑り、正確にドラム12の表面(母線)に沿って移動できるようになっている。記録ヘッド40の駆動は、Xテーブル24と螺合するボルネジ28を横送りモータ30によって回転させることにより行なわれる。

【0014】記録ヘッド40は次のような構成となっている。前述のXテーブル24の上にドラム12の回転軸に垂直にZレール22、22が配設され、Zレール22、22に対応する溝が下面に設けられたZテーブル20がXテーブル24上でドラム12の回転軸に垂直な方向に移動できるようになっている。Zテーブル20の上面には、複数の光ビームを発生する光源としてのLEDアレイ14と結像光学系としてのレンズ16とが固定されており、これにより光学ユニット45が構成される。この光学ユニット45をZレール22、22に沿って移動させるために焦点調整用モータ18がXテーブル24の上に取り付けられている。

【0015】また、本実施例の画像露光装置は操作部32及び制御部34を備えており、操作部32から入力に基づき制御部34が、ドラム駆動モータ10と横送りモータ30の回転、及びLEDアレイ14の点灯・消灯を制御する。この制御の下に、ドラム12が回転し記録ヘッド40が移動しながら露光が行なわれることにより、感光材料PM上に潜像が形成される。制御部34は、こ

6

のような潜像形成のための制御に加えて、操作部32からの入力に基づき焦点調整用モータ18の回転も制御する。この制御の下に光学ユニット45が移動することにより、焦点の位置が調整される。

【0016】上記構成の画像露光装置により良好な画像を形成するためには、感光材料PMに焦点が合うように焦点の位置を調整しておく必要がある。以下、本実施例におけるこの焦点調整の手順について説明する。

【0017】図4(a)は、焦点調整の手順を示すフローチャートである。本実施例における焦点調整では、まず、図1(a)に示すようなテストパターンの露光を画像露光装置に行なわせる(ステップS11)。このテストパターンは、LEDアレイ14からのビームを1本ずつ点灯・消灯させる第1繰り返しパターンP1、2本ずつ点灯・消灯させる第2繰り返しパターンP2、4本ずつ点灯・消灯させる第3繰り返しパターンP3、8本ずつ点灯・消灯させる第4繰り返しパターンP4の4種のパターンから成っており、主走査方向にはP1→P2→P3→P4の順に各繰り返しパターンが配置されて空間周波数が解像度の1/2、1/4、1/8、1/16と単調に減少し、副走査方向には空間周波数が変化しないような構成となっている。また、焦点調整では感光材料PMとして、2値画像用の感光材料で、例えば高感度のリスフィルムを使用する。

【0018】図4(b)は、本実施例における上記テストパターンの露光(ステップS11)の手順を示すフローチャートである。本実施例の画像露光装置では、操作部32からテストパターンの露光を指示する入力があると、制御部34による制御の下、図4(b)のフローチャートに示す処理が行なわれる。

【0019】まず、焦点位置zの初期設定を行なう(ステップS21)。すなわち、光学ユニット45を移動させることにより、焦点を合焦状態から多少はずれた位置z0に設定する(ステップS21)。以下においてこの位置を示す値z0は、合焦状態となる焦点位置を示す値zfよりも小さいものとして説明するが、zfよりも大きい場合は、それに対応して後述のステップS23、S24を修正することにより、同様に扱うことができる。

【0020】次のステップS22では、感光材料PMが装着されたドラム12をドラム駆動モータ10によって回転させながら、LEDアレイ14の点灯・消灯を制御する。すなわち、まずLEDアレイ14のビームを1本ずつ点灯・消灯させ、次に2本ずつ点灯・消灯させ、その後に4本ずつ点灯・消灯させ、最後に8本ずつ点灯・消灯させる。これにより、主走査方向に空間周波数が段階的に低くなる単位パターンの潜像が感光材料PM上に形成される。

【0021】次のステップS23では、焦点位置zが所定値z_{max}以上か否かを判定し、z_{max}よりも小さければステップS24へ進む。ステップS24では、光学ユ

(5)

ット4 5を移動させることにより、焦点位置 z を合焦状態となる方向に向かって所定量 Δz だけ変更し、その後、ステップS 2 2へ戻って前記単位パターンの潜像形成のための処理を再度実行する。なお、ステップS 2 2へ戻った時点ではドラム1 2が1回転しているようにドラム駆動モータ1 0を制御する。したがって、前記単位パターンの潜像形成が開始される主走査方向の位置は常に同一である。

【0022】このようにして、ステップS 2 2の処理が、焦点位置 z が所定位位置 z_{max} に到達するまで繰り返される。この間、記録ヘッド4 0が横送りモータ3 0によって副走査方向に移動する。これにより、主走査方向に空間周波数が段階的に低くなる単位パターンの潜像が、副走査方向に繰り返し形成される。ステップS 2 2へ戻った時点における記録ヘッド4 0の主走査方向の位置は常に同一であるため、形成された潜像の空間周波数は副走査方向には変化しない。

【0023】ステップS 2 3において焦点位置 z が所定位 z_{max} 以上であると判定されると、テストパターンの露光が完了する。

【0024】図4 (b) に示した上記処理によってテストパターンの潜像が形成された感光材料PMは、回収ケースに収納して別の現像装置へ運ばれ、そこで現像される(ステップS 1 2)。なお、現像処理不要の感光材料を用いた場合、この工程は省略される。前述のように感光材料PMは2値画像用であるため、この現像によって得られる画像は、中間調がなく、感光材料PMの閾値よりも強い光が照射された部分は黒く、それ以外の部分は白い2値画像(以下「テスト画像」という)となる。また、感光材料PMの閾値は低いため、この画像における黒の部分の面積は合焦状態から外れるにしたがって大きくなる。よって、テスト画像を全体として観察すると、テストパターン自体の空間周波数が副走査方向に変化しないにもかかわらず、その濃度は図1 (b) に示すように焦点位置の変更によって副走査方向に変化し、合焦状態の部分の濃度が最も薄く、合焦状態から外れるにしたがって濃度が濃くなる。この結果、テスト画像を肉眼で観察すると図2 (a) に示すように見える。

【0025】また、合焦状態から外れることによって画像が濃く見えるという現象は、ビームを1本ずつ点灯・消灯させる第1繰り返しパターンP1において最も顕著に現われ、ビームを点灯・消灯させる本数を2本ずつ、4本ずつというように増やしていくと、すなわち空間周波数を低くしていくと、現われ難くなつて肉眼では確認できないようになる。したがって、図2 (a) に示すように、第1繰り返しパターンP1から第2繰り返しパターンP2、第3繰り返しパターンP3、第4繰り返しパターンP4といくにしたがって、合焦状態と同じような濃度に見える範囲が大きくなる。

【0026】本実施例では、テスト画像の上記性質を利

8

用して、以下のようにして合焦位置を決定する(ステップS 1 3)。テスト画像における濃度を肉眼で観察することにより、まず、空間周波数の低いパターンにおいて濃度が最も薄い部分を探し、次に、順に、空間周波数が高いパターンにおいて濃度が最も薄い部分を探していく。そして、最後に空間周波数が最も高い第1繰り返しパターンP1において濃度が最も薄い部分を探して、濃度が最小となる点に対応する焦点位置 z_d を求め、これを合焦位置と判断する。図2 (a) に示した例では、9番目の単位パターンの濃度が最も薄く $z_d = z_8$ であるため、1回の光学ユニット4 5の移動による焦点位置の変化量 Δz (ステップS 2 4参照)を $10 \mu m$ とすると、初期設定時の基準位置 z_0 から $10 \times 8 = 80 \mu m$ だけ焦点位置を移動させた点が合焦位置と判断される。

【0027】上記の結果に基づき光学ユニット4 5を移動させることにより、焦点位置を調整する(ステップS 1 4)。すなわち、ステップS 1 3で求めた焦点位置 z_d まで光学ユニット4 5を移動させる指示を操作部3 2から入力し、これにより、制御部3 4が焦点調整用モータ1 8によって光学ユニット4 5を移動させて焦点位置を z_d とする。

【0028】以上のように本実施例によれば、ルーペ等を用いることなく肉眼によってテスト画像を観察することによって合焦位置を決定することができるため、容易に焦点調整を行なうことができ、調整作業の効率が向上する。また、テスト画像の濃度を観察することにより合焦状態か否かを判断するため、従来のように熟練を要することもない。なお、濃度が最も薄くなる点すなわち合焦位置に対応する点を求めるためには、ビームを1本ずつ点灯・消灯させる第1繰り返しパターンP1すなわち空間周波数が解像度の $1/2$ のテスト画像のみについて濃度を観察すればよく、空間周波数の低い他の繰り返しパターンP2、P3、P4は必ずしも必要ではない。しかし、空間周波数が低くなるにしたがって濃度が薄くなる範囲が大きくなるため、上記実施例のように、空間周波数の低い繰り返しパターンP4から順に空間周波数の高い繰り返しパターンP1までの濃度を観察すると、濃度が最も薄くなる点を肉眼により容易に求めることができるという利点がある。

また、焦点位置の移動範囲 $z_0 \sim z_{max}$ に合焦位置が含まれない場合、空間周波数の高い繰り返しパターンP1のみの観察では合焦位置が移動範囲 $z_0 \sim z_{max}$ のいずれの側に存在するのか(小さい方に外れているか大きい方に外れているか)の判断が困難であるが、本実施例のようにテストパターンに空間周波数の低いパターンも含まれていると、このようなパターンでは濃度が薄くなる範囲が大きいため、合焦位置が移動範囲 $z_0 \sim z_{max}$ のいずれの側に存在するかを容易に判断することができる。例えば図2 (b) に示すようなテスト画像が得られた場合には、この画像の濃度分布より、合焦位置が移動範囲 $z_0 \sim z_{max}$ から大きい方に外れてい

(6)

9

ることが容易に判断できる。

【0029】なお上記実施例では、テスト画像の濃度を肉眼によって観察していたが、より正確に合焦位置を求めたい場合や肉眼では濃度差の認識が困難な場合には濃度計を使用すればよい。また、テストパターンは、図1(a)に示したものに限定されず、空間周波数が主走査方向に単調に変化し副走査方向には変化しないパターンであれば、同様の効果が得られる。さらに、上記実施例ではテストパターンにおける点灯部分の割合は50%であったが、これに限定されるわけではなく、点灯部分の割合が50%から大きく離れないようなパターンであればよい。

【0030】

【発明の効果】本発明によれば、ルーペ等を用いることなく肉眼によってテスト画像を観察することにより、容易に焦点調整を行なうことができるため、調整作業の効率が向上する。また、テスト画像の濃度を観察することにより合焦状態か否かを判断するため、調整作業に熟練を必要とせず、調整結果のばらつきも少なくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例において使用される焦点調整用のテストパターンを示す図(a)、及びそのテスト

10

パターンの露光によって得られるテスト画像の濃度分布を示す図(b)。

【図2】 前記テストパターンの露光によって得られるテスト画像を示す図。

【図3】 本発明の一実施例である画像露光装置の構成を示す斜視図。

【図4】 本発明の一実施例における焦点調整の手順を示すフローチャート。

【図5】 合焦状態から外れることによる黒の部分の面積の変化を説明するための図。

【図6】 従来の画像露光装置の焦点調整において使用されていたテストパターンの一例を示す図。

【符号の説明】

14…LEDアレイ

16…レンズ

18…焦点調整用モータ

20…Zテーブル

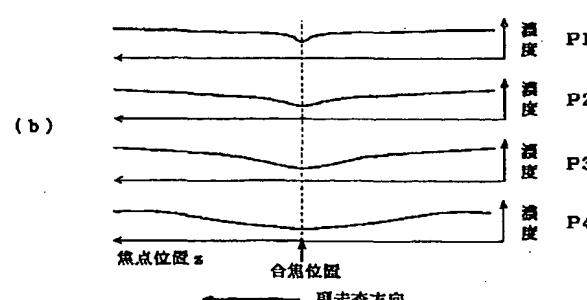
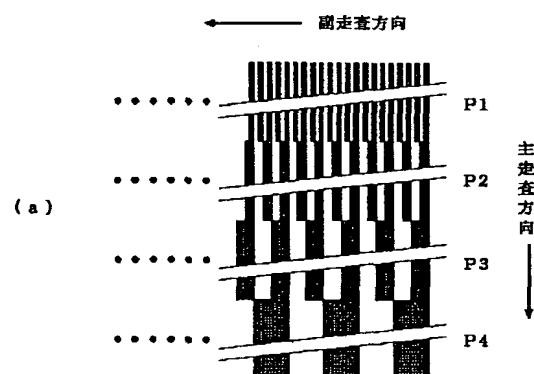
22…Zレール

34…制御部

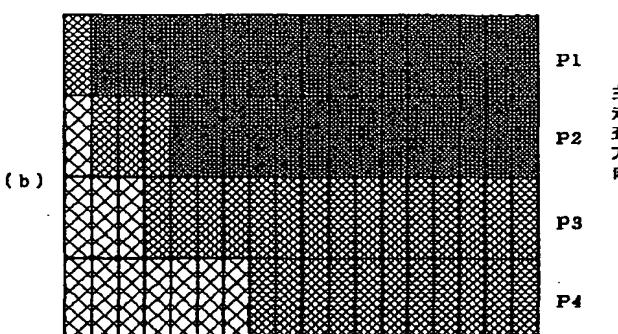
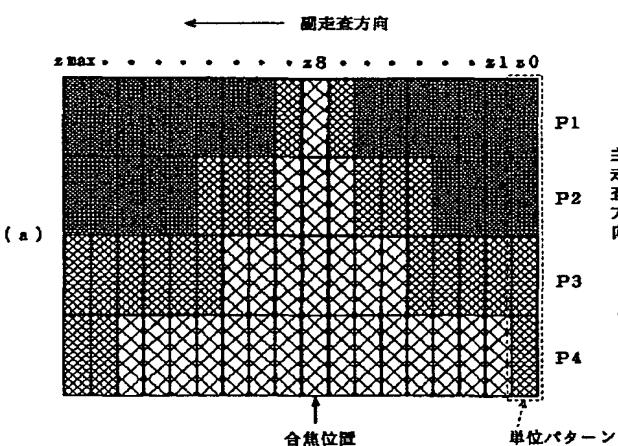
45…光学ユニット

PM…感光材料

【図1】

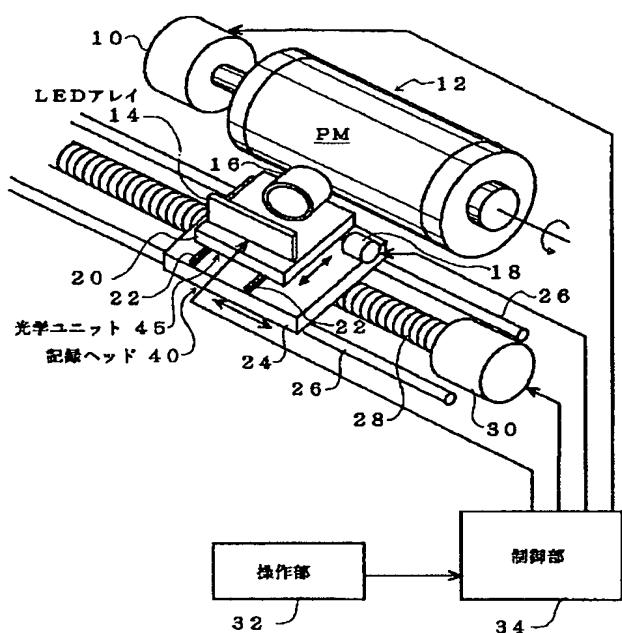


【図2】

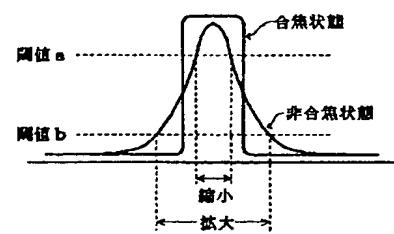


(7)

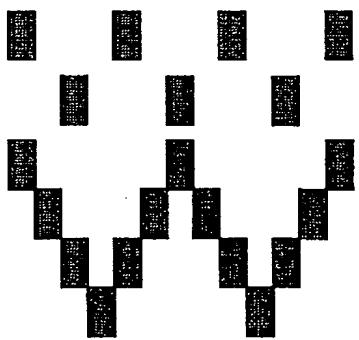
【図3】



【図5】

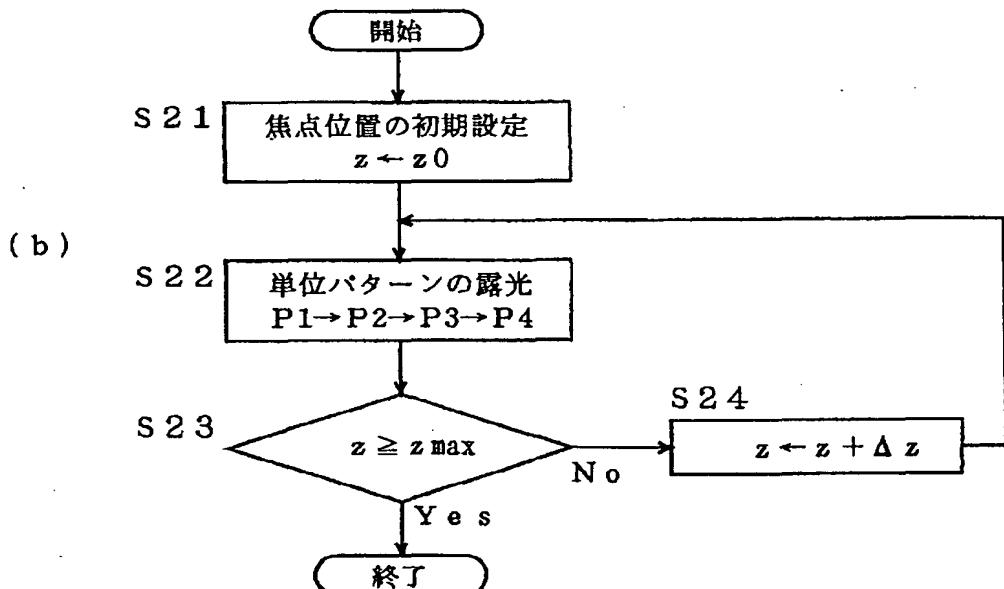
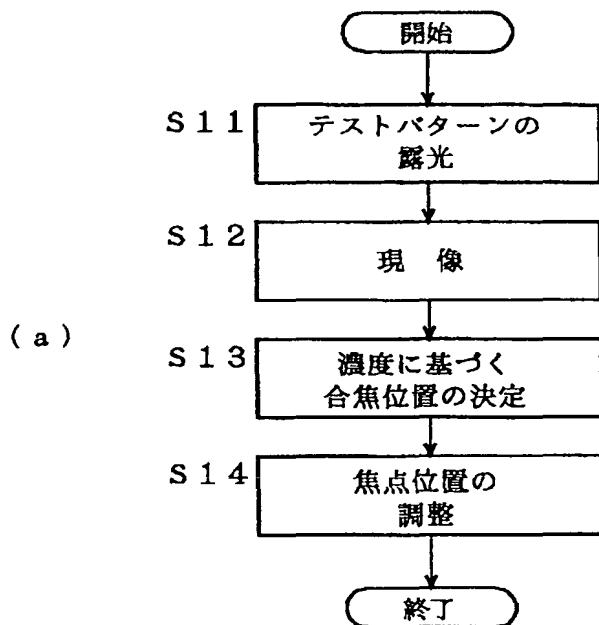


【図6】



(8)

【図4】



フロントページの続き

(9)

(72) 発明者 細田 正宏
京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神
北町1番地の1 大日本スクリーン製造株
式会社内

The following is a partial English translation of JP H7-270673, from paragraph 0016 on page 4 to the second sentence of paragraph 0028 on page 5.

[0016] To form a satisfactory image by the image exposure apparatus thus constructed, it is necessary to preadjust the focal point such that the photosensitive material PM lies at a position of correct focus. A focus adjustment procedure of the present embodiment is now described in the following.

[0017] FIG. 4(a) is a flowchart showing the focus adjustment procedure. In focus adjustment operation of the embodiment, the image exposure apparatus is first caused to perform exposure with a test pattern as shown in FIG. 1(a) (step S11). The test pattern is made up of four kinds of patterns, that is, a first recurring pattern P1 produced by alternately turning on and off the beams from the LED array 14 at each successive line, a second recurring pattern P2 produced by alternately turning on and off the beams from the LED array 14 over two successive lines, a third recurring pattern P3 produced by alternately turning on and off the beams from the LED array 14 over four successive lines, and a fourth recurring pattern P4 produced by alternately turning on and off the beams from the LED array 14 over eight successive lines. In this test pattern, the

first to fourth recurring patterns P1, P2, P3, P4 are arranged in this order in the main scanning direction, so that the spatial frequency of the test pattern uniformly decreases in the main scanning direction at 1/2 to 1/4, 1/8 and 1/16 of the resolution. On the other hand, the spatial frequency of the test pattern does not vary in the sub-scanning direction. In the focus adjustment operation, a high-sensitivity lith film which is a photosensitive material for producing binary images is used as the photosensitive material PM, for example.

[0018] FIG. 4(b) is a flowchart showing a procedure of exposure (step S11) performed with the aforementioned test pattern of the embodiment. In the image exposure apparatus of the embodiment, the procedure shown in the flowchart of FIG. 4(b) is performed under the control of the control block 34 when a command requesting exposure with the test pattern is input through the operation block 32.

[0019] First, a focal point z is initially set (step S21). Specifically, the optical unit 45 is moved such that the focal point is set to a point z_0 slightly offset from a state of correct focus (step S21). The value z_0 indicating this point is assumed to be smaller than a value zf indicating the focal point where the state of correct focus is achieved in the following discussion. Even if z_0 is larger than zf , however, the focus adjustment operation can

be explained in a similar way by correspondingly modifying steps S23 and S24 below.

[0020] In a succeeding step S22, the LED array 14 is alternately turned on and off in a controlled fashion while the drum driving motor 10 turns the drum 12 on which the photosensitive material PM is mounted. Specifically, the beams of the LED array 14 are first turned on and off alternately at each successive line, next over alternate two successive lines, then over alternate four successive lines, and finally over alternate eight successive lines. As a result, a latent image of unit patterns is formed on the photosensitive material PM, in which the spatial frequency decreases step by step in the main scanning direction.

[0021] In a succeeding step S23, a judgment is made to determine whether the focal point z is equal to or larger than a specified value z_{max} , and if z is smaller than z_{max} , the operation flow proceeds to step S24. In step S24, the focal point z is varied by a specific amount Δz in a direction toward a position where the state of correct focus is achieved by moving the optical unit 45. Subsequently, the operation flow returns to step S22, and the operation for forming the latent image of the aforementioned unit patterns is re-executed. The drum driving motor 10 is controlled such that the drum 12 has

just turned once at a point in time where the operation flow has returned to step S22. Therefore, the drum 12 is always held at the same position at a point of starting formation of the latent image of the aforementioned unit patterns.

[0022] The operation of step S22 is repeatedly executed in the aforementioned manner until the focal point z reaches the specified point zmax. During this process, the recording head 40 is caused to move in the sub-scanning direction by the lateral feed motor 30. Consequently, the latent image of the unit patterns, of which spatial frequency decreases step by step in the main scanning direction, is repeatedly formed in the sub-scanning direction. Since the drum 12 is always set to the same position at the point where the operation flow returns to step S22, the spatial frequency of the latent image formed does not vary in the sub-scanning direction.

[0023] If the focal point z is judged to be equal to or larger than the specified value zmax in step S23, exposure with the test pattern is complete.

[0024] The photosensitive material PM on which the latent image of the test pattern has been formed by the aforementioned procedure of FIG. 4(b) is accommodated in a recovery case and brought to a separate developing unit where the image is developed (step S12). This step is

omitted when a photosensitive material requiring no development process is used. Since the photosensitive material PM is for producing binary images as stated above, an image obtained by this development step is a binary image (hereinafter referred to as a test image) of which portion irradiated with stronger light than a threshold level of the photosensitive material PM shows black and the other portion shows white, without producing any gray-scale gradations. The threshold level of the photosensitive material PM is so low that the area of the black portion of the image increases as the photosensitive material PM is offset from the state of correct focus. Therefore, if the test image is observed in its entirety, its density varies in the sub-scanning direction as a result of a change in the focal point as depicted in FIG. 1(b), showing the lowest density level in areas of the state of correct focus and progressively lower density levels in areas farther away from the areas of the state of correct focus, although the spatial frequency of the test pattern itself does not vary in the sub-scanning direction. As a consequence, the test image appears as shown in FIG. 2(a) when observed by the naked eye.

[0025] The phenomenon that the image darkens in areas farther away from the areas of the state of correct focus is most conspicuous in the first recurring pattern P1

produced by alternately turning on and off the beams from the LED array 14 at each successive line. It becomes more difficult and eventually impossible to observe this phenomenon by the naked eye as the number of lines produced by alternately turning on and off the beams is increased to two, four, and upward, or as the spatial frequency is decreased. Therefore, areas which appear like the areas of the state of correct focus increase from the first recurring pattern P1 toward the second recurring pattern P2, the third recurring pattern P3 and the fourth recurring pattern P4 as shown in FIG. 2(a).

[0026] In this embodiment, a position of correct focus is determined in the following fashion by use of the aforementioned characteristics of the test image (step S13). First, a portion of the lowest density level in the pattern of the lowest spatial frequency is identified by observing the test image by the naked eye. Then, a portion of the lowest density level in each pattern of the successively higher spatial frequencies is identified. Finally, a portion of the lowest density level in the first recurring pattern P1 of the highest spatial frequency is identified. A focal point z_d corresponding to a point of the lowest density level is determined from this observation, and this point is judged to be the position of correct focus. The density level of the 9th unit pattern

is the lowest, $zd = z_8$, in the example shown in FIG. 2(a). Therefore, provided that the amount of shift Δz of the focal point by a single movement of the optical unit 45 is 10 μm (refer to step S24), a point reached by moving the focal point by $10 \times 8 = 80 \mu\text{m}$ from the reference point z_0 is judged to be the position of correct focus.

[0027] The focal point is adjusted by moving the optical unit 45 based on the result of the aforementioned observation (step S14). Specifically, a command for moving the optical unit 45 up to the focal point zd obtained in step S13 is entered through the operation block 32, whereby the control block 34 causes the focus adjustment motor 18 to move the optical unit 45 to set it at the focal point zd .

[0028] According to the embodiment, the focal point can be determined by observing the test image by the naked eye without using a magnifying glass, for instance, as described above. Thus, it is possible to easily perform focus adjustment and achieve an improvement in the efficiency of the focus adjustment operation. In addition, since a judgment whether a state of correct focus is already achieved or not is made by observing the density of the test image, the embodiment does not require any special skill unlike the conventional approach.